UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

JORNAL DA UNICAMP

ED. 744 | Campinas, de 1º a 21 de junho de 2026 | www.jornal.unicamp.br

Foto: Library of Congress/National Portrait Gallery

W.E.B. DU BOIS

DO ESQUECIMENTO AO TOPO DA SOCIOLOGIA

Intelectual e ativista norte-americano é reivindicado como cânone 6e7

Projeto temático desenvolve tecnologias fotônicas 2

Cadeia da soja é marcada por contradições e assimetrias 4

Falta de reconhecimento adoece o trabalhador 8

Programa calcula créditos de carbono de resíduos 9

Os danos prolongados do desastre em Brumadinho 11

A relação entre devastação e fome na Amazônia 12

O sociólogo e historiador William Edward Burghardt Du Bois, na década de 1910

Uma luz para o avan

Projeto de fotônica da Unicamp amplia conhecimentos essenciais para setores como inteligência artificial e tecnologias quânticas

FELIPE MATEUS
felipeom@unicamp.br

Fotos: Antoninho Perri

Newton Frateschi, professor do IFGW e responsável pelo projeto iPhD

Ensaios científicos com dispositivos fotônicos para desenvolvimento de tecnologias fotônicas integradas

O volume de dados transmitido pela internet em 2025 atingiu 173,4 zettabytes (ZB), segundo a consultoria alemã Statista, ou seja, 173.400.000.000.000.000.000.000 bytes (1,734 x 10^{23}), uma quantidade incomensurável para a mente humana (cada byte representa 8 bits, a menor unidade de informação possível de armazenar). A energia produzida para movimentar e armazenar tantos bytes acarreta um custo significativo e cada vez maior para o planeta: de acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), esse ecossistema já responde por 1% do total de emissões de carbono na atmosfera. Um entrave para qualquer expectativa de evolução tecnológica baseada na eletrônica convencional.

Por isso, pesquisas nessa área têm focado no desenvolvimento de tecnologias fotônicas, que exploram o potencial de armazenamento e transporte de dados por meio de fótons, as partículas de luz. Esse foi o objetivo do projeto temático iPhD (Integrated Photonics Devices, ou Dispositivos Fotônicos Integrados), uma iniciativa do Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW) e da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec) da Unicamp, em parceria com a Universidade Presbiteriana Mackenzie, que contou com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e chegou ao fim em abril deste ano. Além de conceberem dispositivos mais rápidos e eficientes do ponto de vista energético, os pesquisadores avançaram em conhecimentos essenciais para setores como a inteligência artificial e as tecnologias quânticas.

Entre elétrons e fótons

Na segunda metade do século 20, um salto tecnológico possibilitou não só o desenvolvimento dos computadores como os conhecemos hoje em dia, mas também a popularização dos diversos aparelhos eletrônicos e digitais em nosso cotidiano. Isso ocorreu graças aos avanços da eletrônica, cuja base está no controle do fluxo de cargas elétricas. Dispositivos como circuitos eletrônicos e chips possuem componentes que tornam possível gerenciar o fluxo de elétrons, bloquear ou permitir sua passagem, regular a intensidade dos sinais e processar informações em circuitos digitais.

No entanto, a eletrônica convencional possui limitações. "Elétrons têm carga elétrica, eles interagem entre si de uma forma muito forte", comenta Gustavo Weiderhecker, professor do IFGW e pesquisador principal do iPhD. Uma das consequências disso é o aquecimento dos aparelhos eletrônicos. "Os *data centers*, por exemplo, precisam tanto de refrigeração porque esquentam. A energia dissipada não vem apenas da transmissão de sinais elétricos, mas também de seu armazenamento e processamento." Outras limitações são a velocidade de transmissão dos sinais elétricos, os riscos de interferência eletromagnética e o grande consumo de energia para seu funcionamento.

A fronteira tecnológica para vencer as limitações da eletrônica tradicional consiste na substituição dos elétrons por fótons. Esse é o objetivo da fotônica, área da ciência dedicada ao estudo do uso da luz para transmitir, processar e armazenar informações. Isso acontece por meio da conversão de pulsos de luz em sinais digitais e de sua transmissão por fibras ópticas. A grande vantagem disso é a possibilidade de transmissão de um volume muito maior de dados em muito menos tempo e com uma demanda muito menor de energia. "Com os fótons, conseguimos uma maior velocidade de informação, com menos energia e menos perdas, ou seja, menos geração de calor", detalha Weiderhecker.

Várias aplicações e vantagens da fotônica já estão presentes no cotidiano. Uma delas foi a popularização da internet banda larga transmitida por fibra óptica, que deu mais velocidade e estabilidade ao sinal de internet. Outros usos são os lasers e os sensores ópticos presentes em diversos equipamentos. No entanto, para que a fotônica seja capaz de possibilitar um salto tecnológico assim como ocorreu com a eletrônica, é necessário que todas essas propriedades operem de forma integrada em um mesmo sistema tecnológico. "Há todo um caminho para que as informações dos computadores da OpenAI [empresa de inteligência artificial responsável por aplicações como o ChatGPT] cheguem ao nosso celular, por exemplo. É necessário converter o sinal elétrico dos computadores em sinal óptico. O componente que faz essa conversão é o que chamamos de dispositivo fotônico integrado", explica Thiago Alegre, professor do IFGW e pesquisador principal do iPhD.

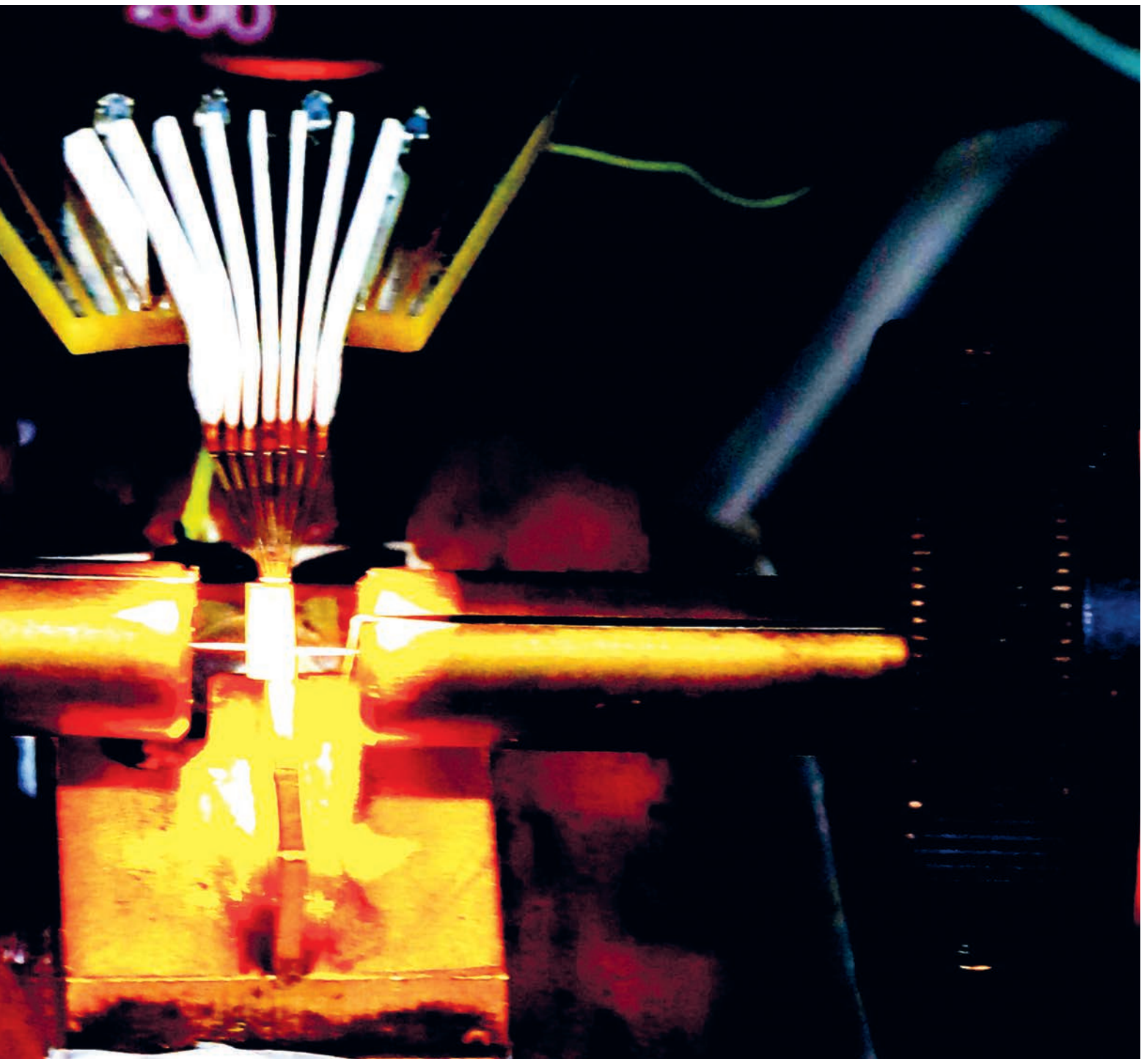
Quanto mais compactada em menos dispositivos essa capacidade estiver, maior o potencial de armazenamento e processamento de dados. "Em vez de construirmos um único componente que converte eletricidade em sinal óptico, começamos a pensar em verdadeiros sistemas que exploram essa integração. Eventualmente, até uma placa de computador que faça a conversão, o processamento, o armazenamento de memória, tudo em domínio óptico", pontua Alegre.

Segundo os pesquisadores que integram o projeto, conforme novos dispositivos integrados forem sendo desenvolvidos, agregando em si maior capacidade de operação fotônica, maiores as possibilidades de eles serem combinados com outros dispositivos também integrados, elevando ainda mais a capacidade dessas novas tecnologias. "Um exemplo do quanto essa integração se torna real ao longo do tempo é lembrarmos da corrida espacial: a capacidade de processamento de dados da missão Apollo 11, que levou o homem à Lua em 1969, é menor que a de um celular hoje", compara Felippe Barbosa, pesquisador associado do projeto e também professor do IFGW.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Reitor Paulo Cesar Montagner **Coordenador Geral da Universidade** Fernando Antonio Santos Coelho **Pró-Reitor de Desenvolvimento Universitário** Fernando Sarti **Pró-Reitora de Pesquisa** Ana Maria Frattini Fileti **Pró-Reitora de Graduação** Mônica Alonso Cotta **Pró-Reitora de Extensão, Esporte e Cultura** Sylvia Helena Furegatti **Pró-Reitora de Pós-Graduação** Cláudia Vianna Maurer Morelli **Chefe de Gabinete** Osvaldir Pereira Taranto **Chefe de Gabinete Adjunto** Zigomar Menezes de Souza

JORNAL DA UNICAMP **Coordenador da Secretaria Executiva de Comunicação** Márcio Cataia **Editor-chefe** Álvaro Kassab **Editoras** Mariana Garcia, Raquel do Carmo Santos (on-line) **Chefia de reportagem** Rachel Bueno **Reportagem** Adriana Vilar de Menezes, Carmo Gallo Netto, Daniela Prandi, Felipe Mateus, Hebe Rios, Helena Tallmann, Hélio Costa Júnior, Juliana Franco, Liana Coll, Mariana Garcia, Marina Gama, Paula Penedo, Silvio Anunciação, Tote Nunes **Fotos** Antoninho Perri, Antonio Scarpinetti, Lúcio Camargo **Projeto gráfico** Luis Paulo Silva **Editores de arte** Alex Calixto de Matos, Paulo Cavalheri **Atendimento à imprensa** Ronei Thezolin **Revisão** Júlia Mota Silva Costa, Rodrigo Leite **Coordenadora do núcleo audiovisual** Patrícia Lauretti **Supervisora de TI** Laura de Carvalho Freitas Rodrigues **Acervo** Maria Cristina Ferraz de Toledo, Sergio de Souza Silva **Tratamento de imagens** Renan Garcia **Redes sociais** Bruna Mozer (editora) e Octávio Augusto Bueno Fonseca da Silva **Serviços técnicos** Alex Matos, Antonio Marcos Pereira de Moura, Elisete Oliveira Silva, Guilherme Pansani, Mateus Fioresi, Selvino Frigo, Stella Cadeu Moreira Costa **Impressão** Gráfica Mundo **Correspondência** Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP 13081-970, Campinas-SP. O **Jornal da Unicamp** é elaborado pela Secretaria Executiva de Comunicação (SEC) da Unicamp. **Periodicidade** quinzenal

ço da **computação**



Integrados

As pesquisas realizadas no âmbito do iPhD foram organizadas em três áreas. A primeira é a fotônica não linear, dedicada ao estudo dos fenômenos ópticos que envolvem luzes intensas, como lasers muito potentes, capazes de alterar o meio por onde se propagam. Para isso, são necessários os conhecimentos em optomecânica, área dedicada justamente a entender como os fótons podem interagir com objetos, fazendo-os se movimentar ou vibrar – e vice-versa, ou seja, como o movimento de materiais pode alterar o comportamento dos fótons.

Dominar essas propriedades é importante para o projeto de novos dispositivos, como fibras e chips, nos quais é necessário saber como será o comportamento dos fótons que passam por eles e como fazer com que as partículas entrem e saiam por cavidades, ou ainda reduzir e aumentar sua potência óptica.

Esse conhecimento é aplicado também na segunda área, dedicada a novos materiais. Aqui, os pesquisadores buscam conhecer a relação entre a estrutura e as propriedades ópticas de materiais para o desenvolvimento de novos dispositivos que favoreçam as propriedades ópticas não lineares aplicáveis a uma tecnologia. Por fim, a terceira área de estudos é a de integração híbrida, ou seja, como esses diferentes materiais e propriedades podem ser aplicados de forma a alcançar um desempenho desejado. "Conseguirmos unir esse tipo de grupo é fundamental, porque o avanço da ciência e a inovação precisam ser transversais", avalia o professor do IFGW Newton Frateschi, pesquisador principal e responsável pelo projeto temático.

O grupo também celebra a possibilidade de, por meio do projeto, adquirir equipamentos de ponta que permitam tanto a análise quanto a produção, em escala de prototipagem laboratorial, de chips e dispositivos fotônicos. Esses dispositivos são produzidos a partir do processo de corrosão de filmes ultrafinos – comparável ao entalhe de uma madeira, mas em escalas nanométricas – ou de deposição de novas camadas, como em uma impressão.

Para isso, são necessários equipamentos capazes de medir a espessura desses filmes e camadas. Um desses equipamentos é do tipo *filmetrics*, que mede as camadas por meio de luz, e o outro é um perfilômetro, que detecta o relevo dos materiais por um processo semelhante ao da agulha de uma vitrola, percorrendo as ranhuras dos discos. Já o terceiro equipamento, orçado em cerca de US$ 3 milhões, é dedicado ao desenho dessas estruturas microfabricadas. "Se quisermos fazer um transistor com largura de uma porta de cinco nanômetros [milionésimos de milímetros], por exemplo, o desenho pode ser feito nessa máquina", detalha Alegre. "Com isso, vamos colocar a capacidade de produzir esses dispositivos no mesmo nível do estado da arte mundial. Seremos os primeiros no Brasil e, certamente, na América Latina."

De volta ao topo

O avanço científico proporcionado pelas tecnologias fotônicas tem implicações diretas no desempenho econômico e nas relações geopolíticas da atualidade. Um exemplo é o papel de Taiwan, líder mundial na produção de chips e como o risco de um conflito com a China impacta a indústria de tecnologia. O Brasil também já teve destaque no setor, e a Unicamp foi pioneira entre os centros de pesquisa na área. O primeiro laser semicondutor para uso em comunicações ópticas de longa distância foi produzido no IFGW ainda no fim dos anos 1970, poucos anos depois do advento de tecnologias desse tipo nos Estados Unidos.

Frateschi lembra que esse destaque da Universidade ocorreu graças ao pioneirismo do Laboratório de Pesquisas em Dispositivos (LPD) do IFGW, fundado em 1972. "Ele teve início com o que se pensava como uma estratégia nacional para desenvolver comunicações ópticas. Hoje, se buscarmos em qualquer lugar do país de onde vieram os pioneiros nas telecomunicações, óptica e fotônica, veremos que surgiram no LPD."

O docente considera que a relevância da Unicamp na área também consistia em transferir às indústrias o que se produzia nos laboratórios. "Como a sofisticação das pesquisas é muito grande nessa área, é difícil atacarmos os problemas mais imediatos. Mas, de uma forma geral, a Unicamp é exemplar nessa questão de transferência de conhecimento ao setor produtivo no Brasil." Para o futuro das pesquisas em fotônica, ele considera que aplicações como tecnologias de sensoriamento e de inteligência artificial serão as de maior demanda por inovações. "Empresas como a Nvidia [líder mundial no desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial], por exemplo, precisam muito de chips fotônicos. A fotônica integrada é essencial para a continuidade do hardware e da inteligência artificial", projeta.

Outra área para a qual as pesquisas são cruciais é a das tecnologias quânticas, nas quais o domínio sobre os fótons é apenas o passo inicial. Para isso, o grupo investe em novas parcerias e projetos para a continuidade dos estudos. "Estamos integrados a um INCT [Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia] de tecnologias quânticas, em dois consórcios Fapesp, um na área de comunicações quânticas e outro de computação e sensoriamento quântico, e em projetos multiusuários de maior capacidade de fabricação", pontua Frateschi. "Ou seja, não significa que nosso projeto acabou e vamos apagar as luzes. Agora estamos começando de novo."

Pesquisadores que integraram a iniciativa (a partir da esquerda): Pierre-Louis de Assis, Thiago Alegre, Lazaro A. Padilha, Gustavo Wiederhecker e Felippe Barbosa

Os **conflitos** invisíveis da cadeia da **soja**

Tese examina implicações políticas e dependência brasileira do mercado chinês

Foto: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

Colheita de soja no Brasil, onde mercado é disputado por grupos com visões econômicas e políticas distintas

MARINA GAMA
marinagc@unicamp.br

A relação entre Brasil e China no comércio de soja é frequentemente analisada a partir de dois extremos. De um lado, estão os estudos que apontam as trocas entre os dois países como sinal de diversificação das parcerias e fortalecimento de um Sul Global mais autônomo. Do outro, as análises que atribuem à demanda chinesa a responsabilidade quase exclusiva tanto pela reprimarização do Brasil – onde os produtos primários lideram as exportações – quanto por uma maior especialização produtiva da própria pauta exportadora. A tese de doutorado de Mariana Davi Ferreira, defendida no Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Unicamp, argumenta que as duas visões são insuficientes para entender os impactos dessa relação.

"Era preciso analisar as contradições que estavam colocadas dentro da cadeia produtiva nessa relação", defende a pesquisadora. Orientada pelo professor Armando Boito Júnior, sua tese cobre os dois primeiros governos Lula (2003–2010) e mostra que o agronegócio da soja, tratado na maioria das vezes como um bloco uniforme de interesses, é, na prática, um campo de disputas entre grupos com posições econômicas e políticas frequentemente distintas.

Os fazendeiros produtores de soja representam o médio capital, em relação ao porte do capital internacional que atua na cadeia. Já as grandes tradings multinacionais (ou seja, o grande capital), além de comprar e exportar soja, estão presentes em todas as etapas da cadeia produtiva. Financiam safras, fornecem insumos, controlam armazéns, processam o grão e determinam os preços.

"O poder de mercado das tradings de determinar preços e subordinar o produto não vem somente do tamanho de seu capital, mas da diversificação, de terem investido em diferentes etapas da cadeia", explica Ferreira. Boito sintetiza a assimetria: "Os proprietários de terra estão subordinados a montante [o que acontece antes da produção de soja] e a jusante [etapas posteriores à colheita]. A montante, os fornecedores cobram o preço que quiserem. A jusante, duas ou três companhias compram 70% ou 80% do que eles [proprietários médios] produzem. Fazem um cartel e impõem o preço que querem."

Essa subordinação econômica se traduz também no plano político. Embora frequentemente vistos como um grupo poderoso – basta lembrar a bancada ruralista no Congresso –, os produtores não ocupam posição hegemônica na formulação da política econômica. Sua atuação se dá principalmente por meio de sua pressão por políticas compensatórias: financiamento subsidiado, perdão cíclico de dívidas e melhorias de infraestrutura. Essas medidas, segundo a tese, apenas aliviam pressões pontuais, mas não mudam a posição dos produtores dentro da cadeia.

"Se a política econômica priorizasse os interesses dos fazendeiros, eles não teriam que ficar pedindo medidas compensatórias", explica Boito. "Eles ciclicamente demandam perdão de dívidas porque a política econômica não foca neles. É pedir o que é possível quando você não controla as regras do jogo." A insatisfação acumulada chegou a motivar grandes mobilizações, como quando produtores paralisaram rodovias para pressionar o governo durante a crise de preços da soja entre 2004 e 2006.

Foto: Acervo pessoal

Mariana Davi Ferreira: tese apresenta diagnóstico para situação do Brasil

Efeito China

Em 2009, a China se tornou o principal destino das exportações brasileiras, impulsionada sobretudo pela soja. As entrevistas da pesquisa apontam que, num primeiro momento, os produtores avaliavam a crescente demanda do país asiático como uma oportunidade de expansão e de redução da dependência em relação às tradings tradicionais. Para eles, um novo comprador grande significava mais concorrência e melhores condições de negociação.

A relação, porém, tornou-se mais complexa após a "Batalha da Soja": em 2004, empresas chinesas sofreram perdas bilionárias devido a manobras especulativas realizadas por tradings internacionais, que inflaram os preços do grão. Em resposta, Pequim recorreu a barreiras sanitárias para forçar a queda nos preços e decidiu buscar o controle direto da cadeia para garantir sua segurança alimentar. "A China tentou construir processos de originação independente, de compra direta do produtor e de aquisição de terras, mas não conseguiu consolidar essas estratégias", descreve Ferreira.

A partir de 2014, o país asiático consolidou sua presença com a entrada da Cofco, principal estatal chinesa da área de alimentos, que terminou por reproduzir as mesmas estratégias das tradings tradicionais, mantendo a lógica de oligopólio. "O efeito China resultou em um aumento da demanda como motor de expansão produtiva, mas os produtores percebem isso como uma relação comercial assimétrica", diz a autora da tese.

Esse processo aprofundou a reprimarização da economia brasileira – processo de especialização produtiva da pauta exportadora em produtos primários (*commodities*) em detrimento de produtos de maior valor agregado, como os industrializados. A Lei Kandir (1996), que desonera exportações primárias em detrimento da indústria nacional de processamento, combinada à demanda chinesa pelo grão bruto, funcionou como um indutor estrutural. Enquanto o volume de produção cresceu, a parcela da soja processada no Brasil caiu. Ferreira aponta uma "reprimarização no interior da própria cadeia": a linha de produção do grão sobe, mas a de processamento doméstico cai.

Boito e Ferreira reconhecem que os anos de alta das *commodities* trouxeram divisas que financiaram políticas sociais importantes nos governos Lula, mas avaliam que a janela para uma política industrial mais ativa não foi aproveitada. "A soja é exportada in natura porque tem incentivo fiscal. Se o Estado tentar mudar isso, abre crise, cai governo." O modelo implantado beneficia as tradings e explica a dificuldade de qualquer mudança estrutural. O Estado brasileiro, argumenta o docente, não tem autonomia suficiente para impor à burguesia uma reorientação de longo prazo.

A frustração acumulada dos produtores tem desdobramentos políticos, segundo a pesquisa. O professor explica que, em todos os governos, o médio capital perdia na política econômica,

Foto: Antonio Scarpinetti

Armando Boito Júnior, orientador da pesquisa, destaca diferenças entre governos petistas e neoliberais

mas havia uma diferença decisiva entre o PT e os governos neoliberais. Nas administrações do PT, as políticas sociais ampliavam direitos trabalhistas, contrariando os interesses dos empregadores do médio capital. Já nos governos de Fernando Henrique Cardoso, Michel Temer e Jair Bolsonaro, esses mesmos produtores "ganhavam na política social", porque a política social neoliberal consiste em retirar direitos trabalhistas e sociais, o que representa uma vantagem concreta para quem emprega. "O médio capital foi virando para o lado do bolsonarismo por causa disso", conclui Boito.

A tese se encerra com uma questão sem resposta fácil: o que acontece se a China parar de comprar soja brasileira? Já é fato que o país asiático busca diversificar suas fontes de abastecimento, com potencial produção sendo desenvolvida em países africanos. O Brasil, segundo a pesquisadora, não está preparado para esse cenário. "A economia brasileira e o desenvolvimento do país hoje dependem da exportação da soja. E isso aprofunda a vulnerabilidade externa e estrutural do Brasil", diz Ferreira. "Precisava vir uma autoridade estatal dizer: 'Isso vai acabar, vamos iniciar um programa de 20 anos para diversificação'. Mas você imagina o Estado brasileiro fazer um plano para daqui a 20, 30 anos e impor esse plano à burguesia?", questiona Boito. A tese não oferece uma resposta, porém apresenta um diagnóstico de como o país chegou até aqui e por que sair desse caminho é tão difícil.

Ora-pro-nóbis potencializa teor proteico de **insetos**

Efeito foi observado em larvas de duas espécies de besouro em estágio avançado de desenvolvimento

MARIANA GARCIA
marigrss@unicamp.br

Foto: Antonio Scarpinetti

Além de ser rica em compostos oxidantes e vitaminas, a ora-pro-nóbis possui teor elevado de proteínas, motivo pelo qual foi utilizada no estudo

Uma proteína animal acessível, versátil e sustentável, que pode ser produzida com poucos recursos naturais e financeiros, de forma limpa e ecológica. Com tantos predicados, não surpreende que a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) recomende a inclusão de insetos na alimentação humana, seja como medida para ajudar a reduzir a fome global, seja para frear o esgotamento dos recursos naturais do planeta. Porém, para suprir essa demanda, é preciso realizar mais pesquisas e explorar possíveis maneiras de tornar mais nutritivas as espécies comestíveis. Quem faz o alerta é a bióloga Ana Lucia Marigo, que analisou a composição nutricional de duas espécies de insetos em sua pesquisa de doutorado.

Marigo realizou seu trabalho sobre insetos voltados para a alimentação humana e animal na Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri) da Unicamp, sob a orientação das professoras Juliana Fracarolli, da própria Feagri, e Michelly Soares, da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). "O objetivo não foi pensar em algo para substituir as proteínas animais que já cumprem esse papel, e sim avaliar novas alternativas, que possam ser consideradas como mais uma opção alimentar. A proteína de insetos é excelente inclusive para minimizar os impactos climáticos, pois sua produção gera bem menos gases de efeito estufa do que outras opções – e gasta muito menos água", justifica.

A ideia da pesquisadora foi analisar a composição nutricional de larvas de duas espécies de besouro, denominadas *Tenebrio molitor* (conhecido popularmente como tenébrio) e *Zophobas morio* (chamado de tenébrio-gigante), quando alimentadas com a verdura ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*). Bastante consumidos em todo o mundo, no Brasil esses dois insetos podem ser adquiridos por criadores regulamentados. Em pet shops e lojas de artigos para pesca, são vendidos como alimento para animais de estimação e também como isca para pescaria.

A produção e a venda para consumo humano no país ainda não são permitidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). "Alguns dos locais que têm legislação aprovada para consumo de insetos por humanos são os Estados Unidos, o Quênia, o Canadá, o México, a Austrália, a Coreia do Sul, a Costa Rica, a Tailândia e a China", cita Marigo. Em diversos países do continente europeu, tais como Portugal, França e Alemanha, farinhas e snacks próprios para alimentação humana, fabricados com proteína de insetos, estão sendo vendidos em supermercados.

Muito antes de seu valor comercial ser descoberto, as larvas da dupla tenébrio e tenébrio-gigante já eram bastante conhecidas no meio agrícola, diz Fracarolli, explicando que os dois insetos são considerados pragas, com apetite especial para grãos e cereais estocados em silos e armazéns. "A pesquisa da Ana traz uma nova visão sobre duas espécies que costumamos encarar como pragas pós-colheita, mostrando que, se devidamente criadas para esta finalidade, as larvas desses insetos também podem servir de alimento para humanos e animais", ressalta.

Trepadeira nativa das Américas, classificada como planta alimentícia não convencional (Panc) e bastante utilizada para fins medicinais – por ser rica em compostos antioxidantes, vitaminas e fibras –, a ora-pro-nóbis foi incluída no estudo por possuir teor elevado de proteína. Segundo Marigo, popularmente, é conhecida como "carne dos pobres".

Para examinar a viabilidade do emprego da planta como alimento para insetos, a pesquisadora realizou alguns experimentos preliminares. Neles, trabalhou com larvas de *T. molitor* em diferentes fases de crescimento, que foram alimentadas exclusivamente com farinha de ora-pro-nóbis (100% de concentração). Ao final, foi observado que 93% das larvas em estágios mais jovens morreram após a ingestão da farinha. As mais velhas, por sua vez, passaram incólumes. Essa descoberta, de acordo com a avaliação de Marigo, sugere o potencial da planta como inseticida natural para aquele grupo.

O foco principal da pesquisa foi investigar se uma dieta rica em ora-pro-nóbis aumentaria a quantidade de proteína presente na constituição das larvas dos insetos, esclarece a professora, explicando que já se sabe que a dieta do indivíduo pode influenciar na sua composição corporal. Para isso, foram conduzidos experimentos com três opções de alimentação diferentes. No primeiro, as larvas de *T. molitor* e *Z. morio* foram tratadas com farelo de trigo, apontado pela pesquisadora como a opção mais utilizada para alimentar as espécies. No segundo, os insetos receberam farinha pura de ora-pro-nóbis. No último, foi oferecida uma ração mista, que continha a farinha da planta e o farelo de trigo em doses iguais.

"Uma grande vantagem da ora-pro-nóbis é que o pequeno produtor – ou o produtor familiar – de insetos pode cultivá-la na própria propriedade, o que seria mais difícil no caso do farelo de trigo. Ao complementar a dieta dos insetos com essa planta, a criação torna-se mais sustentável e econômica", ensina Marigo.

A análise da composição nutricional dos insetos mostrou que a dieta exclusiva com ora-pro-nóbis elevou o teor de proteína bruta em todos os casos testados – entre 7,14% e 14,9%. Contudo, além de ser mortal para as larvas mais novas, houve uma redução no crescimento geral dos insetos, pondera Marigo. Resultados mais satisfatórios foram obtidos com a ingestão da farinha mista, pois, além de apresentarem maior taxa de proteína em sua composição, as duas espécies tiveram um melhor desempenho em crescimento e ganho de peso. "Essa opção demonstrou ser mais sustentável e viável para a produção de proteína de insetos de alta qualidade, sem sacrificar a qualidade do sistema de produção", conclui a autora da tese.

Foto: Antoninho Perri

Ana Lucia Marigo (à esquerda) e a orientadora Juliana Fracarolli: pesquisa traz nova visão sobre espécies de inseto consideradas pragas

Du Bois, um class

Intelectual que enfrentou segregação racial e perseguição política nos Estados Unidos é reivindicado como pilar da sociologia

LIANA COLL
lianavnc@unicamp.br

"A democracia morreu, exceto no coração do povo negro. De fato, a situação da classe trabalhadora branca no mundo inteiro hoje remete diretamente à escravidão negra na América, sobre a qual o comércio e a indústria modernos foram fundados, e que persistiu ameaçando o trabalho livre até ser parcialmente derrubada em 1863. A casta de cor resultante, fundada e retida pelo capitalismo, foi adotada, encaminhada e aprovada pelo trabalho branco e resultou na subordinação do trabalho de cor aos lucros brancos em todo o mundo. Assim, a maioria dos trabalhadores do mundo, pela insistência do trabalho branco, tornou-se a base de um sistema industrial que arruinou a democracia e mostrou seu fruto perfeito na Guerra Mundial e na Depressão. E este livro procura contar essa história." (W.E.B. Du Bois, em *Reconstrução negra*, 1935)

Em 1961, o sociólogo e historiador William Edward Burghardt Du Bois (1868–1963), mais conhecido como W.E.B. Du Bois, exilou-se em Gana e renunciou à cidadania estadunidense. À época, a opressão nos Estados Unidos era institucionalizada, tanto pelas leis de segregação racial como pelo macarthismo, que promovia uma intensa perseguição a intelectuais e ativistas de esquerda. No mesmo ano, em carta de filiação ao Partido Comunista Americano, o intelectual e ativista apontava: "Nenhuma nação pode se considerar livre se não permitir que seus cidadãos trabalhem para esses fins". Com 83 anos, ele deixava o país onde nasceu, que, em sua visão, havia matado a possibilidade de uma democracia real, sufocando as experiências de emancipação lideradas pela população negra.

A saída de Du Bois dos Estados Unidos ocorreu após uma vida intensa de lutas sociais e de produções intelectuais que ele viu serem escanteadas, seja pela perseguição racial, seja por causa do seu ativismo, ou ainda pela ligação, desde a década de 1930, com o comunismo. O pensador chegou a ser excluído, no início do século 20, de eventos científicos, fato que não o impediu de seguir galgando uma intensa vida intelectual e política que, quase 70 anos após sua morte, é finalmente reconhecida. Desde o início deste século, Du Bois vem sendo reivindicado na academia como um clássico da sociologia, autor de contribuições consideradas fundamentais para pensar a sociedade capitalista moderna em sociedades pós-escravistas.

No Brasil, o movimento de reconhecimento e difusão do pensamento do intelectual tem como um dos epicentros a Unicamp. O esforço de pesquisadores para possibilitar a circulação das ideias de Du Bois culminou em uma série de traduções, sendo a mais recente a obra *Reconstrução negra: ensaio sobre o papel desempenhado pelo povo negro na tentativa de reconstruir a democracia na América, 1860–1880*, publicada em coedição entre a Editora da Unicamp e a Boitempo.

1

Foto: UMass Amherst Libraries

O livro, de 1935, trata de um momento da história estadunidense em que uma população recém-liberta da escravidão ousou propor, além de direitos civis e políticos, bases concretas para a sua emancipação, formulando uma "democracia abolicionista", nas palavras do autor. Até a publicação do livro, o período pós-Guerra Civil norte-americana, conhecido como Reconstrução, era narrado pela historiografia do país como um momento de fracasso. O sociólogo, ao denunciar como essa versão mascarava as experiências políticas da população negra e seu papel na derrocada da escravidão, recuperou, com um denso trabalho empírico, as diversas formas de sua ação política. Na obra, ele mostra, por exemplo, como a luta por educação dos negros culminou na criação do ensino público no Sul dos Estados Unidos, apesar da reação da elite branca local. Também narra a resposta violenta à liberdade e às propostas da população negra, com o surgimento de grupos supremacistas e de uma nova forma de escravidão – a servidão sob o capitalismo.

Foto: Wanezza Soares

Matheus Gato, professor do IFCH: primeira disciplina brasileira dedicada a Du Bois

A tradução da obra foi realizada por Murilo van der Laan, pós-doutorando da Unicamp, e a apresentação é assinada pelos professores Matheus Gato e Sávio Cavalcante, do Departamento de Sociologia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Universidade, cujas agendas de pesquisa se encontraram em *Reconstrução negra*. O livro cruza questões raciais e de classe, apresentando uma interpretação marxista sobre o levante de escravizados contra a opressão do sistema escravista durante a Guerra Civil, episódio que o autor chama de "greve geral dos trabalhadores negros".

Gato foi o professor responsável pela primeira disciplina dedicada ao pensamento duboisiano no Brasil, logo após ingressar na docência da Unicamp, em 2021. A experiência do curso, o envolvimento dos alunos e o interesse de outros professores motivaram a criação do Projeto Du Bois no Núcleo Afro-Cebrap (Centro Brasileiro de Análise e Planejamento), do qual é o coordenador. Entre as atividades do núcleo estão a divulgação científica do pensamento duboisiano em veículos jornalísticos e traduções integrais de obras do sociólogo. Já foram publicados os livros *A igreja negra*, pela editora Recriar, *Água escura*, pela editora Fósforo, e, agora, *Reconstrução negra*.

2

1 - O intelectual e ativista W.E.B. Du Bois na Exposição Internacional de Paris, no ano na Universidade Howard, tradicionalmente voltada para a população negra estadun do século 19); 3 - No alto, soldado do exército da União com tabalhadores negros em Carolina do Sul (1862); 4 - Du Bois em 1909, ano em que participou da fundação da NA para o Progresso de Pessoas de Cor, em português); 5 - O pensador na cidade de Bosto e 6 - Aos 95 anos, ele recebe honraria na Universidade de Gana, país para onde se e últimos anos de sua vida

O professor considera o conhecimento a respeito do autor no Brasil ainda restrito, mas aponta um aumento na circulação de suas ideias. "Os anos 2000 são muito importantes para a percepção de Du Bois no Brasil, porque estávamos tendo uma briga por ações afirmativas, e o lugar dos intelectuais negros na universidade era uma pauta", destaca.

Reconhecimento tardio

Não foi apenas no Brasil que o pensamento de Du Bois tardou a ser reconhecido. O intelectual foi menosprezado em seu país natal, enfrentando a segregação racial e a perseguição anticomunista no fim da vida. Cerca de 50 anos após sua morte, Gato estava nos Estados Unidos, como parte do seu doutorado, quando seu orientador na Universidade de Princeton, Jeremy Adelman, comentou: "Tem um movimento aqui para repensar Du Bois. Como você estuda intelectuais negros, devia acompanhar isso". O ano era 2013, e desde então o docente brasileiro se dedica ao pensamento do sociólogo estadunidense.

Du Bois foi o primeiro intelectual negro a obter doutorado na Universidade Harvard e um dos responsáveis pela fundação da Escola de Atlanta, corrente sociológica pioneira que reuniu diversos pesquisadores em trabalhos empíricos importantes no país norte-americano, como estudos sobre saúde e condições de trabalho da população negra.

Segundo os dois professores da Unicamp, a resposta para a demora em reconhecer o pensador tem diversas camadas. "Do ponto de vista político, as disputas sobre a constituição da sociologia nos Estados Unidos foram decisivas. Há estudos mostrando como o Laboratório de Atlanta perdeu investimentos e, de certa maneira, foi um pouco boicotado pelo grande rival de Du Bois no começo do século 20, Booker T. Washington", diz Gato, referindo-se ao ativista do movimento negro que tinha visões mais conservadoras e conciliatórias, conflitando com a atuação e as visões do autor traduzido.

A aproximação com o comunismo na década de 1930 também explica parte do rechaço. No caso do livro *Reconstrução negra*, frisa Cavalcante, "o ataque direto que ele faz a toda uma corrente da historiografia nos Estados

sico redescoberto

Foto: Library of Congress

o de 1900; 2- Estudantes
idense (segunda metade
n latifúndio no estado da
ACP (Associação Nacional
n (EUA), em foto de 1907;
xilou e no qual passou os

Foto: UMass Amherst Libraries

3

Foto: Library of Congress

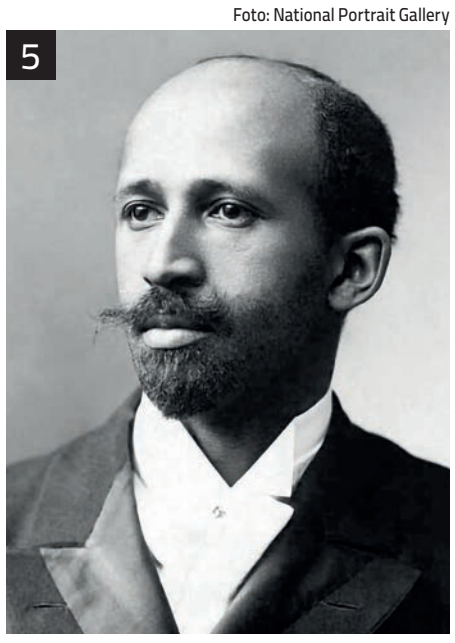
4

Foto: UMass Amherst Libraries

6

Foto: National Portrait Gallery

5



Unidos" é também um motivo. Na obra, há um capítulo inteiramente dedicado à denúncia de uma história propagandeada, que abordava o período da Reconstrução apenas como uma desestruturação da ordem social sulista supostamente harmônica. "Du Bois mostra projetos de democracia radical – que vai chamar de democracia abolicionista – que não foram devidamente identificados e descritos, por conta do próprio preconceito e da discriminação racial, o que impedia esses historiadores de verem a agência negra nesse processo", diz o professor, responsável pela tradução de textos do intelectual para o número 53 da revista *Crítica marxista* (como a Carta de Filiação ao Partido Comunista citada no primeiro parágrafo desta reportagem). A crítica sobre a limitação da democracia nos Estados Unidos, num momento em que o país tentava se colocar como liderança de um mundo livre, à época, não era bem recebida.

Foto: Antonio Scarpinetti

O docente Sávio Cavalcante: Du Bois introduziu dimensão racial na sociologia

Um clássico da sociologia

Karl Marx, Émile Durkheim e Max Weber são considerados fundadores da sociologia por suas contribuições para a construção das bases da disciplina. Há uma reivindicação de intelectuais da área para que Du Bois seja somado a esses cânones. Existem diversos motivos para isso, segundo os dois professores da Unicamp. Em primeiro lugar, indicam, sua obra contribui para a compreensão da sociedade capitalista moderna, especialmente em formações nacionais fundadas no colonialismo e na escravidão. Além disso, foi ele quem trouxe a importância da dimensão racial na sociologia, rechaçando teorias vinculadas ao racismo científico que pregavam uma superioridade branca e rompendo um quase silêncio de seus contemporâneos sobre questões raciais.

Cavalcante explica que, naquele momento, a sociologia quase não falava em raça, pois a considerava, de forma geral, uma questão apenas relativa à biologia. "O processo de elaboração da categoria de raça a partir de uma dimensão sociológica é o que a teoria europeia não fez e o que Du Bois estava produzindo. Hoje, com a recuperação dessa obra, você percebe como ele adentrou num continente – não só físico, mas também de conceitos e categorias – que estava de certa maneira interditado por aquela sociologia", analisa.

Diante disso, entender Du Bois como um clássico reposiciona as questões raciais como fundantes da sociologia, avalia Gato. Para o docente, além disso, há também a importância de colocar a América no circuito da sociologia. "Isso muda um pouco o lugar do próprio Brasil na história do pensamento sociológico", aponta. Se antes autores que lidavam com raça não eram considerados parte de uma sociologia geral, observa, agora eles são reposicionados. "Desse ponto de vista, por exemplo, Florestan Fernandes não se encaixa apenas em um pensamento social brasileiro, o que também é muito bom, mas como um sociólogo que está dando grandes contribuições para interpretar o que é esse tipo de sociedade moderna nas condições que vivemos aqui na América Latina. Isso ficava sem lugar na história da sociologia."

Gato acrescenta que Du Bois é um clássico por seu estilo de trabalho. Ao fundar a Escola de Atlanta, explica o professor, o pensador reuniu pesquisadores em torno de diversos trabalhos empíricos que analisaram as condições da população negra. Sua forma de imbricar métodos qualitativos e quantitativos, completa, é mais um legado.

Reflexões atuais

Os professores destacam a importância de diversos conceitos de Du Bois para o debate sobre raça e classe. "Salário psicológico" é um exemplo: a expressão foi criada a partir de uma observação sobre divisões na classe trabalhadora, oriundas do racismo. Para o autor, trabalhadores brancos, mesmo em cargos equivalentes aos de trabalhadores negros, recebiam uma espécie de "salário psicológico" que lhes garantia privilégios – como a entrada em parques e clubes. Essas benesses lhes davam a sensação de superioridade racial e geravam uma divisão intraclasse. "O caso do salário psicológico mostra o quanto as divisões internas entre trabalhadores pobres – brancos e negros – eram também explicadas pelo peso da ideologia racial, que, supostamente, oferecia melhores caminhos para os trabalhadores brancos poderem ascender socialmente", pontua Cavalcante.

Essa divisão, elucida o professor, diminui a força coletiva da classe trabalhadora. "[O capitalismo] é um sistema essencialmente anti-igualitário baseado na exploração do trabalho. Nesse sentido, todo tipo de ideologia anti-igualitária, como o racismo, tende a ser acomodado dentro dessa lógica."

Buscando diferenciar-se do trabalhador negro e se sentindo superior, o trabalhador branco também acaba prejudicado, conforme frisava o intelectual. "De certa maneira, ele perde a luta emancipatória ao aderir à ideologia racial. O que o Du Bois está dizendo é que, ao aderir à ideologia racial, o trabalhador branco vai deixar de contestar a hierarquia socioeconômica e vai precisar se acomodar a ela", observa Gato, destacando a importância do sociólogo estadunidense também para os estudos sobre a branquitude.

A reflexão de Du Bois, aprofundada em *Reconstrução negra*, atravessa o tempo. Para Gato, exemplos disso são as reações às ações afirmativas, bem como ao reconhecimento de direitos de trabalhadoras domésticas e ao acesso de setores populares a espaços antes tidos como de elite. "Quando o Estado institucionaliza formas de promover uma igualdade de oportunidades mínima, isso desorganiza simbolicamente uma sociedade que via que cada um tem que estar em um lugar. Reformas que possibilitam, mesmo timidamente, a ocupação de determinados lugares por setores populares mostram isso."

Os professores lembram ainda que, a partir do legado de Du Bois, a "reconstrução negra" pode ser entendida como um processo de luta por direitos, mais do que um período histórico dos Estados Unidos. "Guardadas as devidas proporções, podemos pensar [em reconstrução] não somente no Brasil da abolição, mas também no Brasil da Constituição, nos movimentos por direitos civis da população negra, das mulheres, e nas lutas por reconhecimento de várias ordens", destaca Cavalcante. O autor promove uma complexificação de lutas emancipatórias igualitaristas, na qual a diferença não é oposta à igualdade, concluem os docentes.

O **ônus mental** da falta de reconhecimento no **trabalho**

Práticas abusivas estão associadas a danos à saúde e à identidade do trabalhador

Foto: Tânia Rêgo/Agência Brasil

Funcionária repõe produtos em supermercado; setor foi um dos campos pesquisados

ADRIANA VILAR DE MENEZES
adrivm@unicamp.br

Ao ouvir seus alunos descreverem casos de injustiça observados em ambientes de trabalho, o professor de Administração Ricardo Bertoni Pompeu identificou um ponto em comum: danos à saúde mental e à vida pessoal do trabalhador como consequência da falta de reconhecimento no trabalho. A indignação com a situação foi transformada em tema de pesquisa. Em sua tese "Reconhecimento no ambiente de trabalho: indo além da justiça organizacional", defendida na Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Unicamp, o professor investiga o que se entende por reconhecimento e quebra paradigmas sobre processos de avaliação e recompensas aplicados pela área de Recursos Humanos (RH) das empresas. Sua pesquisa resultou na criação de dois novos conceitos, referentes ao trabalho: contingencialidade, relacionado à disponibilidade contínua do trabalhador para o trabalho, e disjuntividade, que diz respeito ao apagamento ou ao esquecimento do histórico de desempenho do trabalhador.

De acordo com Pompeu, a falta de reconhecimento não pode ser atribuída meramente à má gestão, porque sua origem é estrutural e reside, por exemplo, na grande dissonância entre os manuais de RH e a vivência real de trabalho. Um bom salário ou um pacote de benefícios, portanto, podem parecer justos aos olhos da empresa – e até mesmo do trabalhador –, mas não representam, necessariamente, um reconhecimento legítimo, que deveria validar integralmente a experiência humana e pessoal, de maneira a proporcionar autonomia e dignidade ao trabalhador.

Ricardo Bertoni Pompeu apresenta dois conceitos inéditos referentes ao trabalho em sua tese

'Você perdeu o brilho'

A história de Evarista (nome fictício) foi uma das que mais causaram indignação a Pompeu durante a pesquisa de campo. Ela começou a trabalhar em um supermercado aos 19 anos como ajudante de caixa e, graças ao seu empenho, foi transferida para o centro de distribuição, onde começou a produzir cartazes, ajudar na reposição e realizar outras atividades. Evarista acreditava que, quanto mais aprendesse, mais benefícios conquistaria. Mas, quando apareceu uma promoção, o chefe não a indicou, porque já contava com ela para várias funções, e Evarista ficou desanimada. A partir de então, o chefe começou a questioná-la em público, proferindo comentários como: "Você perdeu o brilho nos olhos" ou "você não está empenhada na equipe". O assédio e a exposição fizeram com que outras pessoas passassem a dizer o mesmo, e, aos poucos, o grupo deixou de ser solidário a Evarista. Colocada "na geladeira", ficou cada vez mais angustiada e deprimida, e seu relato revelou o quanto isso afetou a sua autoestima e identidade. O desânimo extrapolou o ambiente de trabalho e tirou sua vontade de viver.

O que aconteceu com Evarista é um exemplo da contingencialidade que a empresa cobra do trabalhador. "É o trabalhador just in time, sempre de prontidão para trabalhar. A empresa exige disponibilidade e contingência", descreve Pompeu. A contingencialidade foca no retorno imediato e coloca a centralidade no resultado da pessoa avaliada, sem levar em conta sua subjetividade e todo o seu esforço físico, emocional e cognitivo. O empregador não considera necessidades individuais nem desejos. "É o trabalhador descartável e coisificado. Isso cria uma angústia constante, um estado de alerta permanente. O corpo não aguenta. A supressão do limite humano leva ao adoecimento", alerta o pesquisador. A questão da saúde mental dos trabalhadores levou o Ministério do Trabalho a alterar no final de maio a Norma Regulamentadora no. 1 (NR-1) para ampliar a responsabilidade das empresas nesse aspecto.

Sem passado

O caso de Evarista também ilustra o conceito de disjuntividade desenvolvido por Pompeu em sua tese, que se refere ao sequestro do passado do trabalhador. Ou seja, não importa seu histórico de vitórias na empresa. "Seria uma desconexão com relação ao tempo. O trabalhador perde autonomia pelo apagamento de sua reputação", explica. A consequência é que, sem sua biografia e sua própria história profissional, o indivíduo tem a autoestima corroída. "É uma violência contra a pessoa."

Pompeu desenvolveu sua pesquisa com base na Teoria do Reconhecimento Social de Axel Honneth e na Psicodinâmica do Trabalho de Christophe Dejours, ampliando as fronteiras da justiça organizacional. Analisou a prática corrente da gestão de pessoas sob a lente da filosofia social e da psicologia. Além da dimensão teórica, ele realizou uma pesquisa de campo com 18 trabalhadores da área operacional, com idades entre 20 e 40 anos, de diferentes setores. Com recursos da análise crítica do discurso, produziu uma abordagem qualitativa das entrevistas.

Para o orientador André Sica de Campos, resultados da pesquisa são inovadores

Fotos: Antoninho Perri

Angela Christina Lucas, professora da FCA: Pompeu consegue captar a percepção dos trabalhadores

Para o orientador da tese, o professor da FCA André Sica de Campos, a pesquisa traz contribuições conceituais importantes. "Gostaríamos de ver estes conceitos integrados em práticas corporativas e políticas. Esse é o objetivo do doutorado – que seja fonte de novas ideias e conceitos."

De acordo com a professora da FCA Angela Christina Lucas, coorientadora da tese, o tema do reconhecimento recebe pouca atenção atualmente na área de gestão. "Dentro da teoria de gestão estratégica e de recursos humanos, o reconhecimento é um subcampo do subcampo das recompensas, onde entram salário, benefícios e ações", explica. "É uma tese inovadora para a Administração e a gestão de pessoas. Ricardo captou a percepção dos trabalhadores sobre o reconhecimento, pois, antes, nós tínhamos apenas a visão da empresa e do RH."

Para além do material

Em outro depoimento coletado na pesquisa, Pompeu ouviu a história de Cristiano (nome fictício), funcionário de uma escola de idiomas que lutou para atingir uma meta proposta e conquistar uma viagem para o Rio de Janeiro com tudo pago e direito a acompanhante – conhecer o Rio era o sonho de sua mãe. Ele alcançou a meta e, na data prevista, a empresa entregou o prêmio em dinheiro, porém o valor não cobria o prometido. Cristiano chorou, mas aceitou. Em outra ocasião, a empresa criou uma nova meta e um novo prêmio: uma televisão. Novamente, ele ganhou, e dessa vez recebeu o que haviam prometido. Dias depois, no entanto, descobriu que o prêmio era uma televisão que estava sem uso, guardada em uma sala da escola. O que seria um reconhecimento se transformou em outra grande decepção.

A tese conclui que o atual conceito corporativo de justiça é insuficiente para manter a integridade psicológica da pessoa. "O reconhecimento desejado vai além do financeiro", avalia Pompeu. "Existe uma estrutura de produção capitalista que ocasiona esse tipo de déficit de reconhecimento. Precisamos questionar essa estrutura, porque reconhecimento é a base da construção do entendimento de justiça e precisa ser normatizado, a fim de proporcionar emancipação e gerar autonomia e valorização legítima da humanidade do trabalhador."

Calculadora transforma resíduos agroindustriais em **créditos de carbono**

Ferramenta mostra que tratamento da biomassa compensa mais emissão de CO_2 do que plantio de árvores

ANA PAULA PALAZI
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Foto: Igor Alisson/Agência Inova

Da esquerda para a direita, Manoel Victor Frutuoso Barrionuevo, Reinaldo Cesar e a professora Tânia Forster, no laboratório Biotar; ao fundo, tela de computador exibe página de acesso à calculadora Biomassa_Compensa

Cascas de laranja, bagaço de maçã, pó de café, palha de cana-de-açúcar e sementes de açaí. Transformar os resíduos diários da indústria alimentícia em energia renovável é uma forma de converter o passivo ambiental em uma fonte de receita e promover a descarbonização. Para tornar esse potencial visível e acessível, pesquisadores da Unicamp desenvolveram a calculadora Biomassa_Compensa, um programa de computador que quantifica tanto a pegada de carbono evitada quanto os créditos de carbono potencialmente gerados a partir do tratamento de resíduos orgânicos agroindustriais.

Com uma interface intuitiva e cálculos baseados em dados científicos, o software pode ser usado por empresas ou pessoas interessadas no assunto, sem necessidade de conhecimento técnico especializado. Suas principais finalidades são avaliar impactos ambientais, calcular créditos de carbono e elaborar relatórios de sustentabilidade. Além de reduzir o tempo e os potenciais custos de análises complexas, a ferramenta contribui para fortalecer as políticas de sustentabilidade e de descarbonização.

A calculadora é resultado de um projeto conduzido no Laboratório de Bioengenharia, Tratamento de Águas e Resíduos (Biotar) da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp, que foi coordenado pela professora Tânia Forster em colaboração com o professor Hudson Giovani Zanin, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec) da Universidade. Contou com a participação dos pesquisadores Manoel Victor Frutuoso Barrionuevo, Josiel Martins Costa, Larissa Ampese, Henrique Ziero, vinculados à FEA, Eric Gama Felix da Silva, da Faculdade de Engenharia Química (FEQ), e Reinaldo Cesar, do Centro de Estudos de Engenharia e Petróleo (Cepetro).

A tecnologia nasceu de uma observação prática no laboratório. Ao longo de anos orientando mestrados e doutorados sobre a valorização de resíduos orgânicos, Forster acumulou uma base de dados densa: experimentos com bagaço de maçã, casca de laranja, casca de jabuticaba, cambuci, bagaço de malte de cerveja, resíduos de aviários e até mesmo semente de açaí provenientes de pequenos produtores do Pará.

Cada pesquisa calculava com precisão quanto biogás determinado resíduo produziria, em um digestor anaeróbio, e como esse biogás se converteria em energia elétrica, térmica ou biometano. Os pesquisadores notavam que esses resultados tinham um potencial de impacto muito maior, que poderia extrapolar o ambiente acadêmico, e consideravam estratégico transformar o conhecimento técnico em uma ferramenta acessível, que permitisse levar com clareza à sociedade o valor gerado no laboratório.

"A calculadora surgiu para centralizar dados dispersos em teses acadêmicas. Se o proprietário de um restaurante, de uma pequena indústria alimentícia ou do setor agroindustrial deseja avaliar a viabilidade de produzir biogás e bioenergia elétrica ou térmica a partir de sua biomassa, essa ferramenta oferece uma resposta rápida, precisa e baseada em dados científicos", explica Forster.

Toda essa produção científica foi reunida em um programa de computador intuitivo e de acesso gratuito pela internet. O primeiro resultado foi a calculadora Biomassa2Biogás, um software que calcula o potencial energético desses resíduos. A ampliação do programa deu origem à calculadora Biomassa_Compensa, voltada exclusivamente para pegada de carbono e potenciais créditos de carbono gerados pelo tratamento de biomassa.

Para seu desenvolvimento, os pesquisadores utilizaram referências metodológicas e modelos de equivalência, buscando converter toneladas de resíduos em métricas compreensíveis – tais como o número de árvores plantadas, as horas de voo internacional ou os carros retirados de circulação. A parte técnica do projeto contou com estudantes com formação em engenharia e em programação.

Como funciona

O usuário seleciona o tipo de resíduo, informa a quantidade (em toneladas) que deseja tratar e recebe, instantaneamente, uma estimativa de emissões evitadas, que são expressas em gás carbônico (CO_2) equivalente. Também tem acesso a uma estimativa de geração de créditos de carbono – que são mecanismos, negociados internacionalmente, com os quais emissores de gases do efeito estufa buscam compensar o impacto ambiental das suas ações. Outros comparativos da calculadora apresentam quantos carros seriam retirados das ruas, quantas horas de voo internacional seriam compensadas, ou quantas árvores precisariam ser plantadas para atingir o mesmo efeito.

Tratar o resíduo e converter o gás metano resultante em energia, explica a pesquisadora, representa um crédito de carbono significativamente mais alto do que o obtido pelo reflorestamento convencional. "Quando você trata o resíduo, evita que o metano seja liberado na atmosfera. Isso pode gerar um crédito de carbono permanente que compensa mais do que plantar árvores do ponto de vista técnico, uma vez que o metano possui um potencial de aquecimento cerca de 29 vezes maior que o CO_2. E a quantificação do metano evitado é tecnologicamente mais precisa, quando comparada à quantificação realizada por meio do plantio de árvores. Então o nome da calculadora tem duplo sentido: compensa tratar o resíduo e compensa mais do que outras formas de crédito de carbono", esclarece.

Uma lacuna no mercado

O diferencial da calculadora Biomassa_Compensa frente a outros softwares disponíveis no mercado está em seu foco específico: a biomassa residual da agroindústria de alimentos. Ela preenche, portanto, uma lacuna pelas opções mais focadas em resíduos animais, biocombustíveis e *commodities* agrícolas.

Para a indústria, a ferramenta pode funcionar como um guia para a tomada de decisões sobre investimentos em infraestrutura de tratamento. Ao visualizar que resíduos podem se tornar ativos financeiros, as empresas encontram viabilidade econômica para práticas ambientalmente sustentáveis.

Além disso, a tecnologia antecipa uma necessidade regulatória. A professora estima que, à medida que a regulamentação ambiental avançar e o descarte de resíduos orgânicos em aterros se tornar mais restritivo, o cenário mudará de maneira radical. "A indústria de alimentos gera um volume maciço de biomassa em seus processos produtivos. Com a futura restrição do envio desses resíduos para aterros sanitários, haverá um boom de investimentos em créditos de carbono. Tecnologias como a compostagem e a digestão anaeróbia serão a chave para o tratamento e a transição rumo à produção de biocombustíveis. É exatamente nesse cenário que a nossa calculadora faz a diferença", avalia.

O impacto potencial compreende desde grandes indústrias de polpa de fruta, que geram toneladas diárias de cascas, até restaurantes, pequenas fábricas de beneficiamento de produtos agrícolas e produtores rurais que processam matérias-primas localmente. Para um restaurante de médio porte ou uma cooperativa de produtores de suco, por exemplo, a calculadora pode indicar se o volume de resíduo gerado justifica o investimento em um biodigestor e quanto de energia elétrica ou gás o sistema produziria.

Tecnologia aberta

Atualmente, a Biomassa_Compensa e a Biomassa-2Biogás estão disponíveis para acesso público no site do laboratório Biotar. A calculadora mais recente oferece uma ferramenta de triagem rápida – além de cientificamente embasada – para avaliar o potencial de valorização de biomassas residuais e tomar decisões de investimento com mais segurança.

Para empresas que desejem customizar o software com dados proprietários, expandir a lista de resíduos analisados ou integrar a ferramenta aos seus sistemas de gestão ambiental, o licenciamento da tecnologia é o caminho indicado. O processo de transferência de tecnologia é mediado pela Agência de Inovação Inova Unicamp.

O endereço eletrônico para acessar a calculadora de pegada de carbono Biomassa_Compensa é: https://www2.unicamp.br/~biotar/calc_v2_separado.html?#top

---

Reportagem produzida pela equipe de comunicação da Agência de Inovação Inova Unicamp no âmbito de parceria com a Secretaria Executiva de Comunicação

A **música popular** sob novo olhar teórico

Livro de Carlos Almada formaliza abordagem inédita sobre harmonia na MPB

Foto: Acervo UFRJ

Carlos Almada é compositor, arranjador, pesquisador e professor da Escola de Música da UFRJ

MARIA EDUARDA PELOGGIA LUNARDELLI
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Compositor, arranjador, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pesquisador, Carlos Almada articula teoria e prática no livro *Funcionalidade harmônica em música popular*, apresentando os fundamentos necessários tanto às novas pesquisas acadêmicas na área quanto ao ensino da música popular brasileira (MPB). A obra é resultado de uma série de pesquisas, que já haviam originado outros livros do autor, e se baseia em análises detalhadas e numa extensa experiência em sala de aula. Lançado em 2025 pela Editora Unicamp, o livro oferece uma metodologia inédita, que propõe múltiplas formas de compreender as funções harmônicas da música popular.

Almada desenvolve na obra um trabalho original e consistente, que busca suprir a falta de materiais didáticos adequados sobre harmonia musical em um momento de expansão dos cursos de música popular no Brasil – que carecem, muitas vezes, de uma base bibliográfica bem fundamentada. Um cenário explicado por um fato simples, mas que exige atenção e cuidado: a música, como grande parte dos objetos de estudo das ciências humanas, é um fenômeno vivo, sujeito a constantes transformações. Por conta disso, para que existam referenciais teóricos sólidos e sempre renovados, é necessário que as pesquisas da área sejam atualizadas de maneira recorrente, o que, na maioria dos casos, não acontece.

Em entrevista ao ***Jornal da Unicamp***, o autor apresenta curiosidades sobre sua obra, além de comentar o processo de pesquisa e a elaboração do livro. Confira a seguir.

Jornal da Unicamp – Para que público a obra foi pensada?

Carlos Almada – O livro se destina, principalmente, a estudantes de cursos de graduação em Música, com foco naqueles que estão envolvidos (profissionalmente ou não) com a música popular. Além desse público-alvo, creio que o trabalho também poderá interessar a uma gama bastante ampla de leitores, professores, pesquisadores, instrumentistas, especialmente aqueles que buscam possíveis explicações para as inúmeras particularidades que encontram em suas vivências e experiências, sejam elas práticas ou teóricas, com a funcionalidade harmônica nos gêneros populares.

Jornal da Unicamp – O texto de capa diz que a obra apresenta uma perspectiva original e inédita sobre o campo de estudos da harmonia. Explique-nos melhor.

Carlos Almada – A elaboração do livro é resultado de muitos anos de reflexões, leituras e observações analíticas, tendo o vastíssimo universo da harmonia na música popular como campo de estudo. Ao longo de décadas como professor da disciplina Harmonia Funcional, bem como em minha própria trajetória como compositor, fui formando uma robusta base de dados. Mais recentemente, dediquei-me a formatar e a organizar esse conjunto de informações – conceitos, princípios, metodologias etc. – de maneira lógica e concatenada, gerando essa proposta sobre a ideia de funcionalidade harmônica em música popular. Um tema que, até onde sei, nunca havia sido abordado em termos rigorosamente teóricos.

Jornal da Unicamp – Como o livro contribui para a formação em música popular no Brasil?

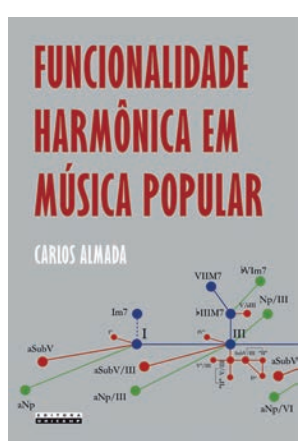
Carlos Almada – O livro examina um tópico de grande interesse – e relativamente bastante explorado – na literatura sobre música popular: a funcionalidade harmônica. Porém, ao contrário de outras abordagens sobre o assunto – várias delas excelentes, aliás, não consiste em um manual prático sobre a disciplina, mas, como mencionei, em uma proposta teórica, sistemática e aprofundada. É importante acrescentar que essa proposta foi cuidadosamente construída a partir da observação da prática musical. O livro contribui para a formação em música popular no Brasil por trabalhar com uma generalização da ideia de função para outras lógicas dentro da área, além de ampliá-las. Desta forma, o título aborda o tema não apenas no âmbito da tonalidade, mas também dos modos diatônicos e das escalas simétricas, fornecendo uma perspectiva inteiramente nova.

Jornal da Unicamp – De que maneira os métodos de análise e as abordagens teóricas apresentados no livro podem ser aplicados a outros repertórios musicais?

Carlos Almada – Interpreto que a pergunta se refira a repertórios que não apresentam níveis tão elevados de complexidade e diversidade harmônica quanto os que são observados, em geral, na chamada MPB, em contraposição àqueles externos ao universo da música popular, como é o caso da música de concerto. Neste caso, os métodos e as abordagens teóricas propostos no livro se aplicam a esses repertórios justamente por serem, em geral, complexos, centrífugos, dissonantes e inerentemente ambíguos. A harmonia da MPB se presta perfeitamente como objeto de estudo ideal para essa proposta, pois foi a partir de sua observação que foram extraídas as formulações e os métodos analíticos do livro, que, dentro dessas especificações, podem ser generalizados para abarcar inúmeros outros repertórios populares – das mais diversas estéticas, épocas e origens.

Jornal da Unicamp – Ao longo de suas pesquisas, qual foi o maior desafio na elaboração do livro?

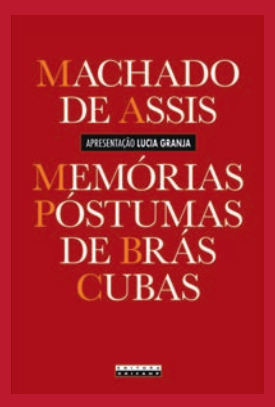
Carlos Almada – Essa é uma pergunta bastante complicada de responder. Os desafios foram, sem dúvida, muitos, já que escrever um livro que mantenha coerência, lógica e consistência no equilíbrio entre estrutura e conteúdo – e que seja, ao mesmo tempo, suficientemente informativo – requer grandes doses de esforço e planejamento. Sem falar que, frequentemente, envolve correções de rota e reelaborações de trechos extensos. Por isso, não consigo eleger aqui o "maior desafio", mas ele certamente se encontra nesse amplo conjunto de questões que mencionei.



Título: Funcionalidade harmônica em música popular
Autor: Carlos Almada
ISBN: 9788526817883
Edição: 1ª
Ano: 2025
Páginas: 400
Dimensões: 16 cm x 23 cm

LANÇAMENTOS

A ESCOLA CAPITALISTA NA FRANÇA
Christian Baudelot e Roger Establet
Páginas: 336
Dimensões: 16 x 23 cm



MEMÓRIAS PÓSTUMAS DE BRÁS CUBAS
Machado de Assis
Páginas: 384
Dimensões: 14 x 21 cm

MUSICAR LOCAL
Suzel Reily, Rose Hikiji e Flávia Toni (orgs.)
Páginas: 392
Dimensões: 16 x 23 cm

EDITORA UNICAMP

Livraria da Editora da Unicamp
R. Sérgio Buarque de Holanda, 421
Cidade Universitária Unicamp

www.editoraunicamp.com.br
vendas@editora.unicamp.br

Estragos no **Paraopeba** para **além da lama**

Danos sociais e ambientais na bacia do rio persistem seis anos após desastre em Brumadinho (MG)

ELIANE FONSECA DARÉ
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Foto: Tânia Rêgo/Agência Brasil

Impactos do rompimento da barragem de Brumadinho (MG) no rio Paraopeba (MG) ultrapassam meios físico e biológico

O rompimento da barragem B1 da mina Córrego do Feijão em Brumadinho (MG), no ano de 2019, deixou cicatrizes abertas e profundas na bacia do rio Paraopeba. Os rejeitos da mineração que foram lançados no entorno do rio causaram impactos sociais e ambientais severos, que transcendem os meios físico e biótico. Essa é uma das conclusões a que chega Maíra Rodrigues da Silva em tese defendida no Instituto de Geociências (IG) da Unicamp. Sua pesquisa se concentrou em analisar a chamada "zona quente", a área mais próxima ao rompimento da barragem, e demonstrou que, embora as operações de dragagem no leito do rio estejam contribuindo para reduzir os efeitos agudos dos sedimentos depositados, houve um impacto na biodiversidade da fauna aquática. Da mesma forma, solos de matas ciliares, importantes locais de integração de ecossistemas aquáticos e terrestres, apresentam um cenário de alerta crítico.

Orientada pelo docente do IG Jefferson Picanço, a tese inova ao apresentar estudos integrados nas áreas de geoquímica, ecologia e ecotoxicologia e uma contribuição epistêmica à análise do desastre sociotécnico. "Esse é um papel das Geociências e temos um pioneirismo na Unicamp, a partir de estudos do professor Bernardino Figueiredo, que trouxeram diferentes áreas para entender um passivo ambiental", explica a pesquisadora. A tese se diferencia também por trazer respostas sobre o comportamento da bacia do Paraopeba anos após o rompimento da barragem. Silva se questionou como elementos potencialmente tóxicos, presentes na lama resultante do incidente, poderiam afetar o rio nos períodos de cheia e seca. "Esses sedimentos interferem na biota e principalmente nos ecossistemas aquáticos e terrestres", afirma.

Por meio de estudos integrados, a pesquisadora identificou na lama do rompimento da barragem a presença de metais e metaloides (também chamados semimetais) potencialmente tóxicos que ficaram depositados na bacia do rio. Esses elementos, em altas concentrações, tornam-se perigosos para a fauna, a flora e os seres humanos. Assim, "chegamos ao resultado de que a bacia [do Paraopeba] é, sim, impactada anos após o rompimento da barragem", relata.

A análise integrada de solo e dos ecossistemas aquáticos foi possível devido aos estudos realizados nas matas ciliares da área, que foram peças-chaves para entender os impactos do desastre – especialmente durante as cheias e secas. Desta forma, explica a pesquisadora, é possível pensar em estratégias de resiliência pós-desastre. Mas como restaurar a qualidade química da água para o abastecimento e para a vida dos ecossistemas aquáticos? A resposta pode estar associada à utilização das plantas, ou seja, a fitotecnologias. "Um dos *insights* mais importantes da tese foi entender os processos que estavam acontecendo no território, dentro da dinâmica de transferência do sedimento até a biota", diz Silva.

Foto: Acervo pessoal

Pesquisadora analisou a área mais próxima ao desastre de 2019

Há, na tese, uma conexão entre a ciência convencional e os saberes tradicionais, aos quais a pesquisadora recorreu para levantar percepções sobre quais plantas poderiam ser utilizadas para descontaminar áreas com presenças de elementos tóxicos (como metais pesados). Na região da bacia do Paraopeba, há "uma série de plantas que são de uso popular, de comunidades tradicionais e que podem contribuir", explica ela.

Os impactos, aliás, também permanecem nas comunidades tradicionais. Houve um comprometimento no modo de vida das populações que vivem no entorno do rio, incluindo quilombolas, pescadores artesanais, povos de terreiro, agricultores familiares e indígenas. A tese traz argumentos que apontam que os impactos do desastre pós-rompimento vão além da lama: eles atingem a ancestralidade. "Esse desastre é imposto não só ao rio, mas também às culturas que habitam as margens desse rio", afirma Picanço. As áreas mais impactadas em desastres como o de Mariana e o de Brumadinho são predominantemente habitadas por populações não brancas, principalmente negras. Assim, a contaminação atinge a herança e as tradições de matriz africana, nas quais a natureza e a espiritualidade são indissociáveis.

Silva realizou testes em laboratórios que buscaram entender como a lama tóxica afeta a vida das pessoas. Um dos experimentos mostrou que o solo contaminado produz uma interferência sobre o banco de sementes, que funciona como uma espécie de memória de recuperação da flora. A pesquisadora analisou o índice de plantas que conseguem emergir do solo e constatou a presença de elementos como cobre, boro e zinco, os quais, somados à acidez do solo, prejudicam o desenvolvimento inicial dos espécimes. Mesmo aquelas sementes que conseguem germinar enfrentam dificuldades para crescer, devido à baixa disponibilidade de macronutrientes e ao excesso de metais como manganês e ferro.

Silva observa que os testes de laboratório, além de expressar a toxicidade, comprovam um apagamento de conhecimentos e modos de vida de populações tradicionais. "As folhas são elementos sagrados e ferramentas de cura. Ao impedir a germinação de plantas nativas, interrompe-se a transmissão de conhecimentos ancestrais", aponta. A contaminação ambiental é, portanto, um agente de exclusão social, na medida em que os moradores perdem sua conexão com a ancestralidade.

Extensão no quilombo

A pesquisadora, que é quilombola de Ivaporunduva, no município de Eldorado (SP), aponta a importância da relação entre universidade, ancestralidade e cosmovisão. Um programa de extensão universitária permitiu que ela fizesse um cursinho e garantiu emprego e renda para suas tias, com a produção de bananas e seus derivados. "A extensão chegou, de fato, ao território onde eu vivia. Para uma criança quilombola, que viveu sob liberdade na floresta e nos rios, a universidade é uma ferramenta não só científica, mas também política, para que a gente consiga fortalecer esses territórios", analisa.

Professor emérito da Unicamp, Figueiredo coordenou no início dos anos 2000 um projeto de grande envergadura no Vale do Ribeira (SP), que avaliou a contaminação humana e ambiental por metais pesados (especialmente chumbo). Silva vivia no quilombo enquanto o docente realizava suas pesquisas e teve acesso ao material. Interessada em estudar o tema, procurou Figueiredo, e os interesses comuns os aproximaram. Esse contato, relata ela, serviu de estímulo para o avanço de sua formação como pesquisadora.

Da mesma forma como o emérito inspirou seus estudos, a pesquisadora agora influencia novas gerações quilombolas a seguirem a carreira acadêmica – o que, para ela, representa uma conquista coletiva. "Eu sou fruto desta Universidade. Finalizar esse trabalho é, também, contribuir com outras trajetórias e com o estudo de outros impactos, em outras bacias."

Fotos: Antoninho Perri

Maíra Rodrigues da Silva integrou estudos nas áreas de geoquímica, ecologia e ecotoxicologia em sua tese

Jefferson Picanço, professor do IG: desastre impactou culturas que habitam as margens do rio Paraopeba

Degradação amazônica impacta mais cadeia alimentar dos pobres

Grau de vulnerabilidade influencia percepção dos benefícios da floresta

JANES ROCHA e MARIA CRISTINA OLIVEIRA SOUZA
Especial para o *Jornal da Unicamp*

Foto: Rafa Neddermeyer/Agência Brasil

Imagem registrada na periferia de Manaus (AM), uma das localidades pesquisadas, mostra efeito da seca de 2023 sobre o rio Negro

Foto: Acervos dos pesquisadores

Anel de torres do projeto AmazonFACE, instalado na interior da floresta amazônica

SEC LABJOR DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Pesquisadores do programa AmazonFACE realizaram um estudo socioambiental com moradores – dentre os quais, ribeirinhos e indígenas – dos municípios amazonenses de Manaus, Tabatinga e Carauari para investigar como a insegurança alimentar molda a percepção humana sobre serviços ecossistêmicos, isto é, os benefícios gratuitos que o ser humano obtém da natureza, tais quais água potável, alimentos, lazer e regulação climática. Encontraram um cenário de dependência crítica: enquanto famílias em segurança alimentar valorizam a floresta por serviços ecossistêmicos de cunho cultural e de lazer, aquelas que estão em situação de vulnerabilidade extrema veem o meio ambiente como uma "rede de segurança" vital. A dependência direta de serviços de provisão como coleta de alimentos silvestres e pesca de subsistência é significativamente maior entre grupos que enfrentam fome – uma evidência de que a degradação dos ecossistemas impacta em primeiro lugar, e de forma mais severa, a base da pirâmide socioeconômica do país.

Os resultados da pesquisa, que envolveu a realização de 216 entrevistas semiestruturadas, foram publicados em janeiro no periódico científico *Ecosystem Services*, em artigo intitulado "Ecosystem services and food security: Local perception aligning with demands in the state of Amazonas, Brazil" (Serviços ecossistêmicos e segurança alimentar: percepção local alinhada às demandas no estado do Amazonas, Brasil). Cada local pesquisado apresentou um nível diferente de vulnerabilidade alimentar, sendo que a situação mais grave foi observada em Tabatinga (muito alta). Na capital amazonense, a situação foi classificada como média, e em Carauari, como média-alta.

A comparação dos resultados permitiu aos pesquisadores observar como as necessidades básicas influenciam a relação das pessoas com o ambiente. Populações mais expostas à fome tendem a ter uma percepção mais limitada dos benefícios do bioma, restringindo-se àqueles diretamente conectados à segurança alimentar (como a disponibilidade de peixe ou de um fruto da floresta). "O estudo mostrou quais são os benefícios de que as pessoas mais precisam. Esse tipo de pesquisa ajuda a tornar políticas públicas mais eficazes, mais justas", afirma a ecóloga Ana Luísa de Carvalho Cruz, que assina o artigo com outros sete autores.

Foto: Eliane Daré

Marko Monteiro, colíder do setor socioambiental do programa: incorporar saberes locais é desafio

Iniciativa pioneira

Estabelecido em 2015 pelo governo federal brasileiro em parceria com o Reino Unido, o AmazonFACE é um programa científico liderado pela Unicamp, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e pelo MetOffice (instituto público britânico de meteorologia). Traz, entre seus coordenadores, o ecólogo David Lapola, também coordenador do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri) da Universidade. Marko Synesio Monteiro, professor do Instituto de Geociências (IG), e Maíra Padgurschi, pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), compõem seu comitê científico.

O objetivo principal da iniciativa é investigar como o aumento do gás carbônico (CO_2) – principal vetor das mudanças climáticas – na atmosfera da Amazônia afeta a floresta, sua biodiversidade e até mesmo o clima global. FACE ("enriquecimento de carbono ao ar livre", na sigla em inglês) é o nome da tecnologia que torna possível simular esse cenário. Trata-se de um sistema de torres de alumínio de 35 metros de altura, instaladas em uma configuração circular e ligadas a um tanque de gás carbônico puro. Por um complexo sistema de sensores e válvulas, essas torres liberam ar enriquecido com CO_2 no perímetro do círculo, de maneira controlada.

O experimento está localizado no meio da floresta amazônica, a cerca de 85 km de Manaus, e é realizado enquanto o planeta sofre as consequências das mudanças climáticas, pontua Lapola, que também assina o artigo. Essa combinação causa diversos impactos. "Queremos saber como a floresta, afetada por CO_2 elevado, atinge as pessoas que dependem dela, direta ou indiretamente. Como essa relação muda", diz.

O setor de pesquisa socioambiental do AmazonFACE foi estabelecido em 2019, expandindo a investigação do programa brasileiro sobre os impactos do aumento de CO_2 e da degradação do bioma sobre as populações locais. Trata-se de uma inovação em relação a outros projetos realizados pelo mundo com a mesma tecnologia. Alguns deles, inclusive, revelam um padrão preocupante: o distanciamento entre a alta tecnologia de monitoramento ambiental e o engajamento socioeducativo.

Os experimentos Oak Ridge e Aspen (ambos nos Estados Unidos), por exemplo, acumularam décadas de dados cruciais sobre o comportamento das florestas temperadas, porém suas ações de extensão foram descritas como quase inexistentes. Apenas em projetos mais recentes se observa uma tentativa estruturada de integrar a sociedade – por meio de workshops e medidas que focam em educação pública –, sinalizando uma evolução na forma como a ciência climática é comunicada.

Pesquisador principal do programa sediado na floresta de Duke, na Carolina do Norte (EUA), Ram Oren conta que não há no local registro de atividades de envolvimento social ou formal da comunidade, nem visitas públicas de escolas no local, situado no interior de uma floresta de coníferas.

Foto: Lucio Camargo

David Lapola, coordenador do AmazonFACE: "Queremos saber como a floresta afetada pela elevação de gás carbônico atinge quem depende dela"

Em busca dos saberes tradicionais

Colíder da área socioambiental e integrante do comitê-científico do AmazonFACE, Monteiro reconhece que incorporar saberes locais ao programa é um desafio, porque não são vistos como conhecimento sistematizado. "Ninguém sabe ainda como integrá-los", diz. Em fevereiro, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), organização científico-política criada no âmbito das Nações Unidas, realizou uma oficina no Reino Unido para discutir a incorporação de conhecimentos indígenas, locais e de profissionais em relatórios técnicos e científicos sobre o comportamento do clima. A iniciativa, segundo o professor, mostrou que a comunidade científica internacional está atenta à relevância da aliança entre as diferentes formas de conhecimento para a governança climática.

Sediado em uma floresta com espécies nativas do Reino Unido, o BIFoR (Instituto de Pesquisas Florestais de Birmingham) mantém como atividade social do seu projeto FACE uma série de programas educacionais, para envolver alunos dos ensinos fundamental e médio, conforme explicou Samantha Dobbie, pesquisadora-líder da área de aprendizagem e engajamento da iniciativa. Suas atividades, apresentadas no ano passado em Belém, durante a conferência climática global COP30, são realizadas em colaboração com escolas e universidades em todo o Reino Unido e no exterior. O objetivo é "amplificar a voz dos jovens em torno do impacto das mudanças climáticas nas paisagens florestais, globalmente", explica Dobbie, professora da Universidade de Birmingham.

Reportagem produzida por estudantes do curso de especialização em Jornalismo Científico do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) da Unicamp, sob a supervisão do jornalista Guilherme Gorgulho